SNI 8384:2017

Standar Nasional Indonesia

Karet, yang tidak divulkanisasi – Penentuan menggunakan viskometer *shearing-disc* - Bagian 1: Penentuan viskositas Mooney

(ISO 289-1:2015, MOD)

ICS 83.060

Badan Standardisasi Nasional

Daftar isi

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) 8384:2017, *Karet, yang tidak divulkanisasi – Penentuan menggunakan viskometer* shearing-disc - *Bagian 1: Penentuan viskositas Mooney* merupakan revisi dari SNI ISO 289-1:2015 dan diadopsi secara modifikasi (MOD) dari ISO 289-1:2015, *Rubber,unvulcanized – Determinations using a shearing disc viscometer – Part 1: Determination of Mooney viscosity.*

Modifikasi yang dilakukan pada SNI ini yaitu pencatatan nilai viskositas Mooney dengan interval 30 detik dilakukan apabila ada permintaan konsumen.

SNI ini disusun sesuai dengan ketentuan yang diberikan dalam:

a) Pedoman Standardisasi Nasional PSN 03.1:2007, Adopsi Standar Internasional dan Publikasi Internasional lainnya, Bagian 1: Adopsi Standar Internasional menjadi SNI (ISO/IEC Guide 21-1:2005, *Regional or national adoption of International Standards and other International Deliverables – Part 1: Adoption of International Standards, MOD).*
b) Peraturan Kepala Badan Standardisasi Nasional Nomor 4 Tahun 2016 tentang Pedoman Penulisan Standar Nasional Indonesia

Standar ini disusun oleh Subkomite Teknis 83-01-S2, *Crumb Rubber* dan telah dibahas dalam rapat konsensus lingkup Subkomite Teknis di Bogor pada tanggal 3 November 2016. Konsensus ini dihadiri oleh para pemangku kepentingan (*stakeholder*) terkait, yaitu perwakilan dari produsen, konsumen, pakar dan pemerintah.

SNI ini juga telah melalui jajak pendapat pada tanggal 23 Januari 2017 sampai dengan 23 Maret 2017, dengan hasil akhir disetujui menjadi SNI.

Perlu diperhatikan bahwa kemungkinan beberapa unsur dari dokumen standar ini dapat berupa hak paten. Badan Standardisasi Nasional tidak bertanggung jawab untuk pengidentifikasian salah satu atau seluruh hak paten yang ada.

Untuk menghindari kesalahan dalam penggunaan dokumen dimaksud, disarankan bagi pengguna standar untuk menggunakan dokumen SNI yang dicetak dengan tinta berwarna.

Karet, yang tidak divulkanisasi – Penentuan menggunakan viskometer *shearing-disc* - Bagian 1: Penentuan viskositas Mooney

PERINGATAN – Personel yang menggunakan standar ini harus memahami prosedur umum bekerja di laboratorium. Standar ini tidak berisi seluruh petunjuk keselamatan kerja yang ada yang terkait dengan penggunaannya. Merupakan tanggung jawab penuh dari pengguna untuk menjamin keselamatan dan kesehatan serta memastikan bahwa kondisi pengujian sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan suatu metode uji yang menggunakan viskometer *shearing-disc*, untuk pengukuran viskositas Mooney dari karet mentah atau kompon karet.

2 Acuan normatif

Dokumen acuan berikut sangat diperlukan untuk penerapan dokumen ini. Untuk acuan bertanggal hanya edisi yang disebutkan yang berlaku. Untuk acuan tidak bertanggal, berlaku edisi terakhir dari dokumen acuan tersebut (termasuk seluruh perubahan atau amandemennya).

SNI ISO 1795, Karet alam dan sintetik, mentah – Pengambilan dan tata cara persiapan contoh karet

SNI ISO 2393, Uji kompon karet – Persiapan, pencampuran, dan vulkanisasi – Peralatan dan prosedur.

ISO 6508-1, *Metallic materials — Rockwell hardness test — Part 1: Test method*

ISO/TR 9272, *Rubber and rubber products — Determination of precision for test method standards*

SNI ISO 18899*, Karet - Panduan kalibrasi peralatan uji*

ISO 23529, *Rubber — General procedures for preparing and conditioning test pieces for physical test methods*

3 Prinsip

Torsi yang digunakan pada kondisi khusus untuk memutar piringan logam dalam bejana silinder dibentuk dari pasangan cetakan (*dies*) yang berisi karet diukur. Ketahanan karet terhadap putaran ini dinyatakan dalam satuan arbitrasi sebagai viskositas Mooney dari potongan contoh uji.

4 Peralatan

4.1 Viskometer *shearing-disc* khusus

Viskometer *shearing-disc* khusus (lihat Gambar 1) terdiri dari:

a) dua cetakan yang membentuk rongga berbentuk silinder;

b) rotor;

c) alat untuk mempertahankan cetakan pada suhu konstan;

d) alat untuk mempertahankan tekanan penutup yang telah ditentukan;

e) alat untuk memutar rotor pada kecepatan sudut konstan;

f) alat untuk menunjukkan torsi yang diperlukan untuk memutar rotor.

Rotor dan rongga cetakan memiliki ukuran seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 - Ukuran bagian-bagian penting dari peralatan

Bagian	Ukuran (mm)
Diameter rotor	38,10 ± 0,03
Ketebalan rotor	5,54 ± 0,03
Diameter rongga cetakan	50,9 ± 0,1
Kedalaman rongga cetakan	10,59 ± 0,03

CATATAN Umumnya, rotor dengan ukuran tersebut disebut rotor besar.

Diperbolehkan untuk menggunakan rotor yang lebih kecil untuk mengukur viskositas yang tinggi. Rotor kecil ini memiliki ukuran yang sama dengan rotor besar kecuali diameternya, yaitu harus 30,48 mm ± 0,03 mm. Hasil yang didapat dengan menggunakan rotor kecil tidak sama dengan hasil yang didapat dengan menggunakan rotor besar.

4.2 Cetakan

Dua cetakan membentuk rongga dibuat dari baja keras dengan kekerasan Rockwell minimal 60 HRC (lihat ISO 6508-1). Ukuran rongga disajikan pada Gambar 1 dan diukur dari permukaan tertinggi. Agar terjadi perpindahan panas yang baik, setiap cetakan dibuat dari satu potong baja. Permukaan datar memiliki alur V radial agar tidak licin. Alur memiliki lubang radial pada interval 20° dan harus meluas dari lingkaran luar dengan diameter 47 mm terhadap lingkaran dalam dengan diameter 7 mm untuk cetakan atas dan 1,5 mm dari lubang dalam cetakan bawah; setiap alur membentuk sudut 90° dalam permukaan cetakan dengan sudut *bisector* tegak lurus terhadap permukaan dan lebar permukaan 1,0 mm ± 0,1 mm (lihat Gambar 2).

4.3 Rotor

Rotor dibuat dari baja keras dengan kekerasan Rockwell minimal 60 HRC. Permukaan rotor memiliki bagian alur segiempat dengan lebar 0,80 mm ± 0,02 mm, kedalaman yang sama 0,30 mm ± 0,05 mm dan bagian yang terpisah 1,60 mm ± 0,04 mm (jarak antara poros tengah). Permukaan datar dari rotor memiliki dua set alur pada sudut kanan terhadap keduanya (lihat Gambar 3). Tepi dari rotor memiliki alur vertikal dengan ukuran yang sama. Rotor besar memiliki 75 alur vertikal dan rotor kecil memiliki 60 alur. Rotor diletakkan pada sudut kanan terhadap as dengan diameter dan panjang 10 mm ± 1 mm, dalam lubang cetakan tertutup, celah di atas rotor tidak berbeda dengan celah di bawahnya, yaitu lebih dari 0,25 mm. As rotor harus menempel pada batang pemutar yang memutar as rotor, bukan di atas dinding lubang cetakan. Jarak antara titik dimana as rotor masuk ke lubang harus kecil untuk menjaga karet masuk ke dalam lubang. Grommet, O-ring atau perapat mungkin digunakan sebagai perapat pada titik ini.

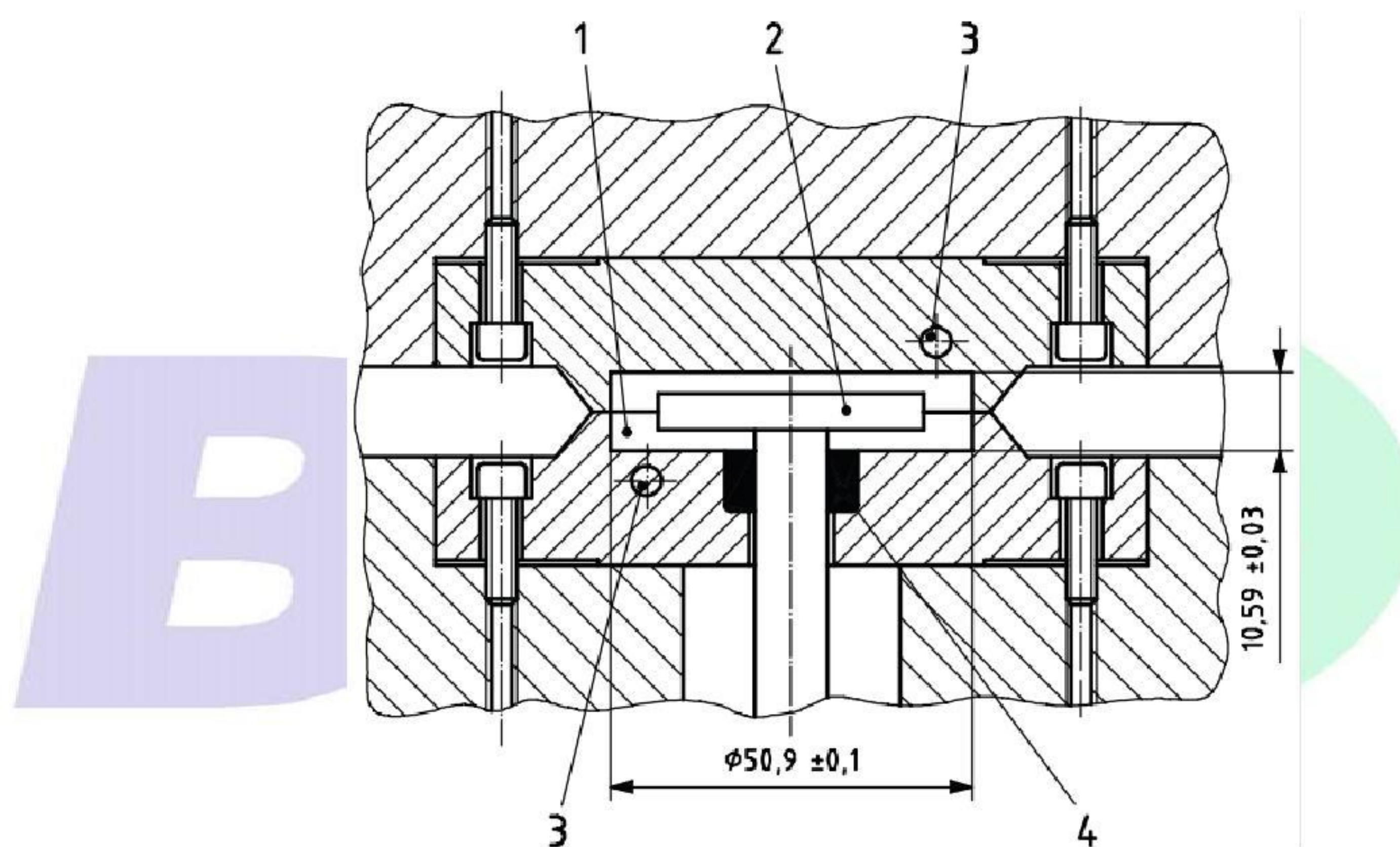
Eccentricity atau *runout* rotor saat memasuki viskometer tidak boleh lebih dari 0,1 mm.

Kecepatan sudut dari rotor harus 0,209 rad/detik ± 0,002 rad/detik (2,00 rpm ± 0,02 rpm).

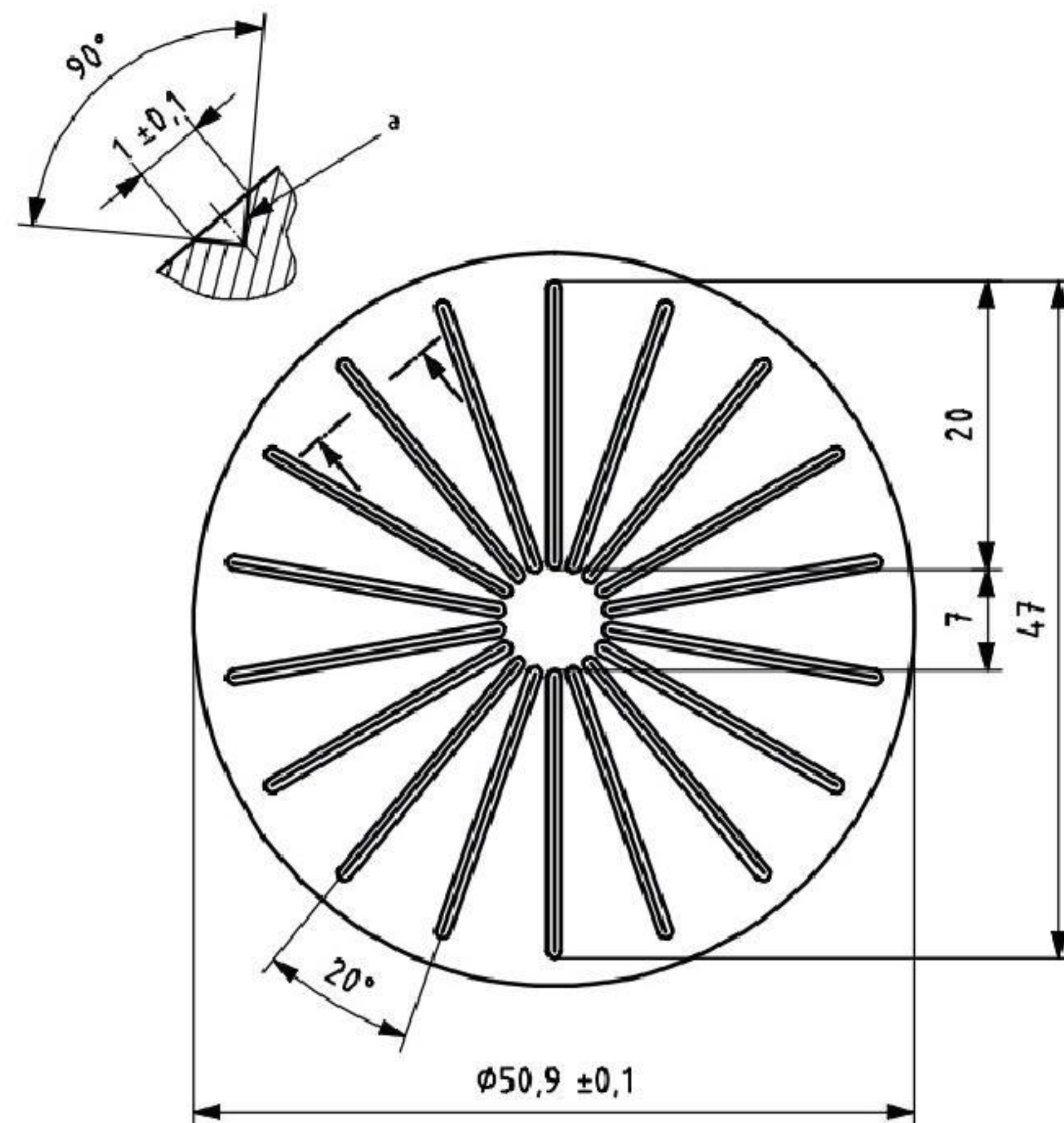
4.4 Alat pemanas

Cetakan menempel pada bagian atau merupakan bagian dari plat yang dilengkapi dengan alat pemanas yang dapat menjaga suhu plat dan suhu cetakan pada rentang ± 0,5 °C dari suhu pengujian. Setelah memasukkan potongan contoh uji, peralatan harus dapat mengembalikan suhu cetakan pada rentang ± 0,5 °C terhadap suhu pengujian dalam waktu 4 menit.

CATATAN Mesin lebih tua mungkin tidak dapat memenuhi persyaratan ini dan mungkin dapat menghasilkan reprodusibilitas yang lebih rendah

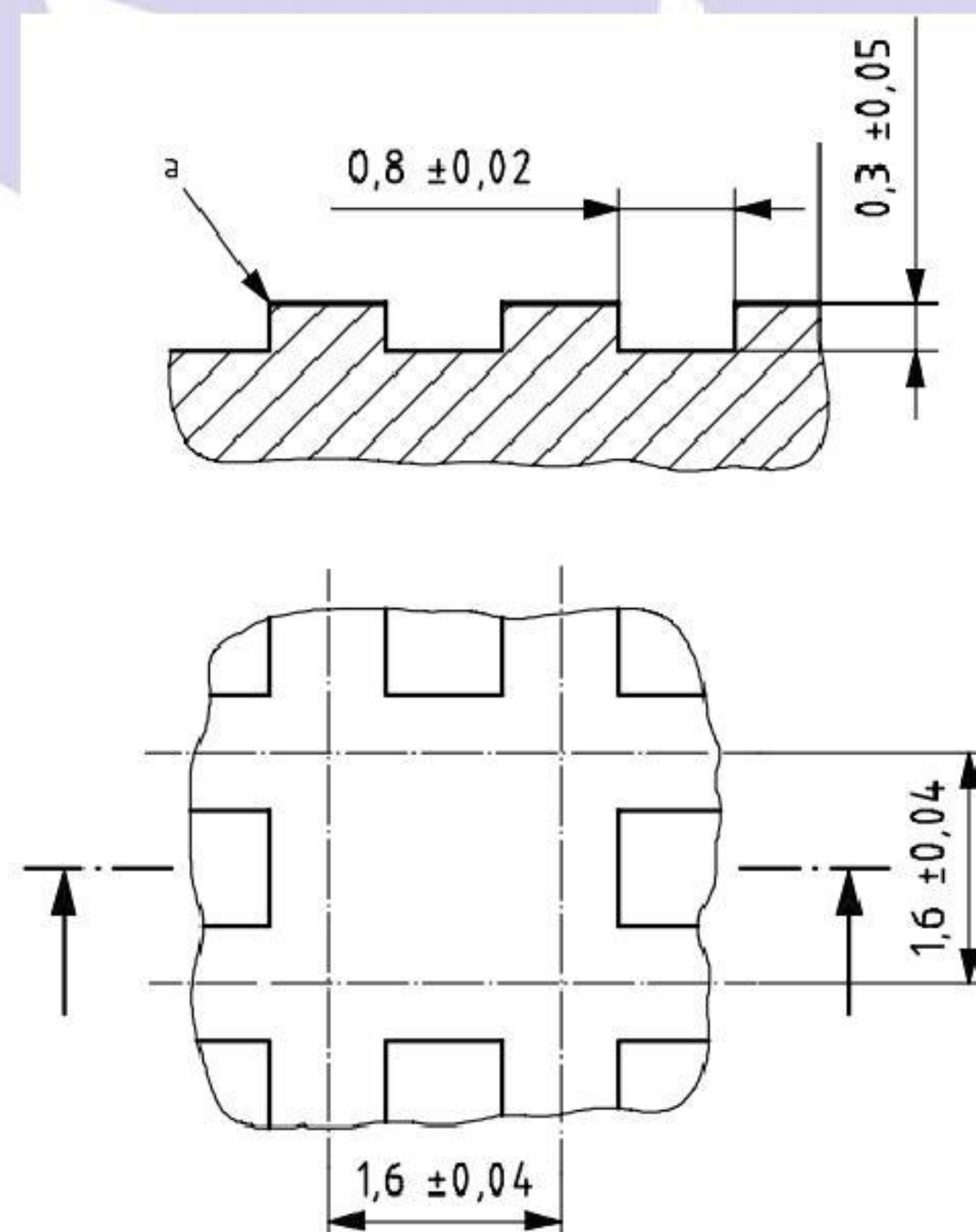
Ukuran dalam milimeter

Keterangan
1 rongga cetakan
2 rotor
3 sensor suhu
4 peralatan perapat

Gambar 1 - Tipe viskometer *shearing-disc*

Ukuran dalam millimeter

Keterangan

a bagian kedalaman alur

Gambar 2 - Cetakan dengan alur V radial

Ukuran dalam millimeter

Keterangan

a R pada batas alur ≤ 0,1 mm

Gambar 3 - Rotor dengan bagian alur segi empat

4.5 Sistem pengukuran suhu

4.5.1 Suhu pengujian diartikan sebagai suhu tunak dari cetakan tertutup dengan rotor dan rongga cetakan kosong. Suhu diukur dengan dua termokopel yang dapat masuk ke dalam rongga cetakan seperti yang terlihat pada Gambar 4. Termokopel tersebut juga digunakan untuk mengukur suhu dari potongan contoh uji seperti yang dijelaskan pada 7.2.

4.5.2 Untuk mengendalikan pasokan panas kepada cetakan, sensor suhu harus ditempatkan pada setiap cetakan untuk mengukur suhu cetakan, penempatan sensor suhu harus di tempat yang memungkinkan kontak panas dengan cetakan misalnya adanya perbedaan panas dan hambatan panas lain harus dihindari. Poros dari sensor harus memiliki jarak 3 mm sampai 5 mm dari permukaan kerja cetakan dan 15 mm sampai 20 mm dari poros putaran rotor (lihat Gambar 1).

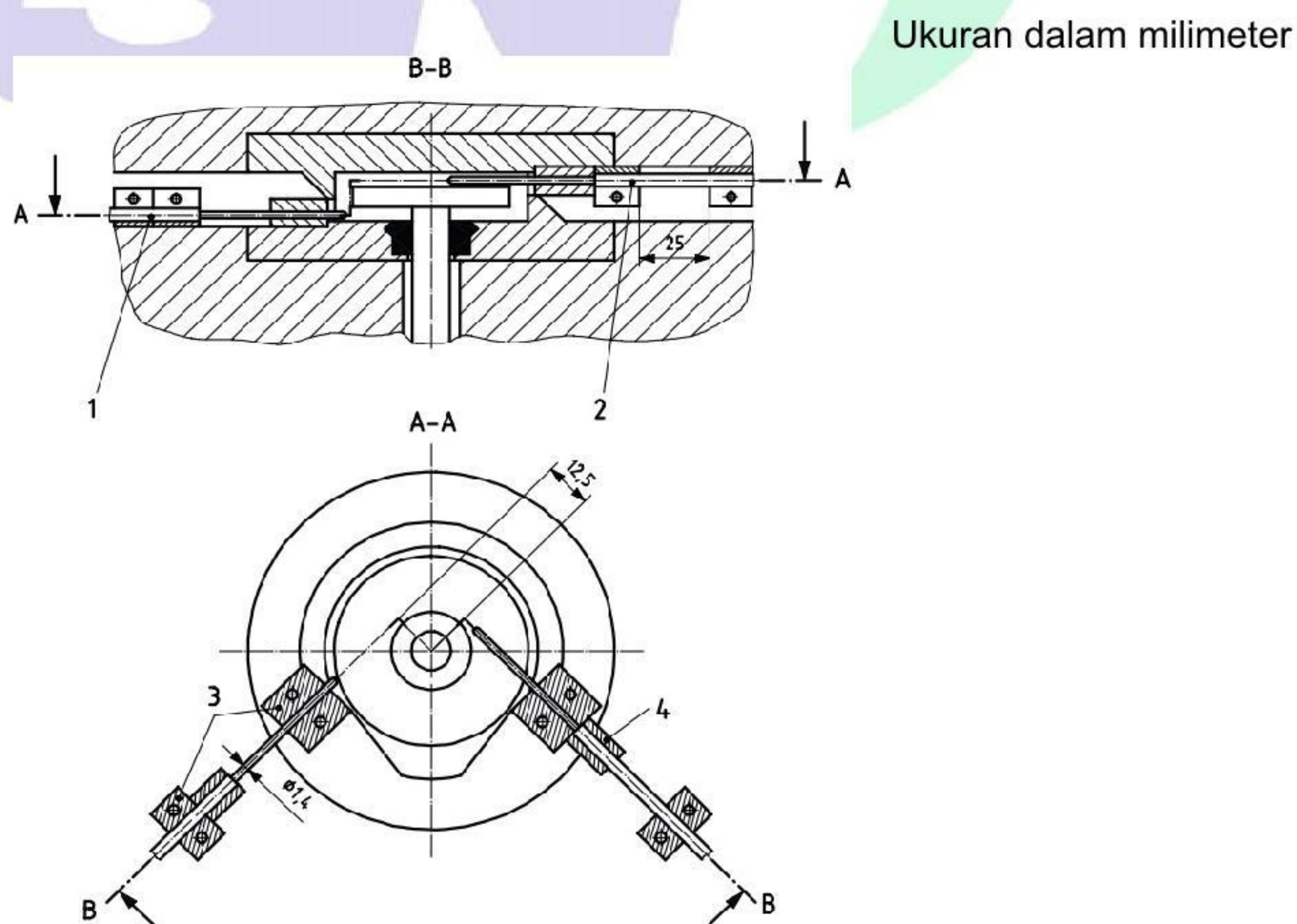
4.5.3 Kedua termokopel dan sensor suhu harus dapat mengindikasikan suhu dengan akurasi ± 0,25 °C.

4.6 Sistem penutupan cetakan

Cetakan dapat ditutup dan dijaga tertutup dengan sistem hidrolik, pneumatik atau mekanik. Gaya cetakan selama pengujian harus dijaga 11,5 kN ± 0,5 kN.

Gaya yang lebih besar diperlukan untuk menutup cetakan ketika menguji karet dengan viskositas tinggi. Paling tidak 10 detik sebelum menjalankan viskometer, gaya harus diturunkan seperti contoh menjadi 11,5 kN ± 0,5 kN dan dijaga pada level ini sepanjang pengujian.

Untuk seluruh tipe peralatan tertutup, sepotong kertas tisu lunak dengan ketebalan tidak lebih dari 0,04 mm ditempatkan antara permukaan yang saling bersentuhan selanjutnya memperlihatkan pola kontinu dari intensitas yang seragam ketika cetakan tertutup. Pola yang tidak seragam mengindikasikan ketidaksesuaian pada saat cetakan tertutup, aus atau cacatnya bagian permukaan yang bersentuhan atau kerusakan pada cetakan; beberapa kondisi tersebut dapat menyebabkan kebocoran dan hasil yang menyimpang.

Ukuran dalam milimeter

Keterangan:
1 alat ukur suhu, belum terpasang
2 alat ukur suhu, terpasang
3 lubang yang dihubungkan ke peralatan
4 lubang yang dihubungkan ke alat ukur suhu

Gambar 4 – Desain alat ukur suhu

4.7 Alat ukur torsi dan alat kalibrasi

Torsi yang diperlukan untuk memutar rotor, dicatat atau diindikasikan pada skala linier bertingkat dalam satuan Mooney. Pembacaan harus nol ketika mesin dijalankan tanpa potongan contoh uji dan 100 ± 0,5 jika torsi sebesar 8,30 N.m ± 0,02 N.m dikenakan pada as rotor. Oleh karena itu, torsi sebesar 0,083 N.m adalah ekuivalen dengan 1 satuan Mooney pada suhu pengujian. Skala harus bisa terbaca sampai 0,5 satuan Mooney. Variasi dari nol harus kurang dari ± 0,5 satuan Mooney ketika mesin berjalan dengan rotor dan cetakan tertutup dan tanpa potongan contoh uji.

Jika viskometer dilengkapi dengan pegas pendorong rotor, kalibrasi titik nol harus dilakukan dengan cetakan terbuka sehingga rotor tersebut tidak bersentuhan dengan cetakan bagian atas.

Viskometer harus dikalibrasi pada saat mesin berjalan pada suhu pengujian. Metode yang cocok untuk kalibrasi mesin ini adalah sebagai berikut:

Skala dikalibrasi pada pembacaan 100 dengan menempatkan bandul yang diketahui massanya pada kawat fleksibel dengan diameter 0,45 mm yang diikatkan pada rotor. Selama kalibrasi, rotor diputar pada kecepatan 0,209 rad/detik dan bagian datar dikondisikan pada suhu pengujian.

CATATAN Untuk memeriksa linieritas, diperlukan bandul yang dapat memberikan pembacaan skala satuan Mooney 25, 50 dan 75. Selain itu, contoh karet butil yang diketahui viskositas Mooney-nya dapat digunakan untuk memeriksa ketika mesin sedang bekerja dengan baik. Pengukuran dapat dilakukan pada suhu 100 °C atau 125 °C selama 8 menit.

5 Persiapan potongan contoh uji

Untuk karet yang tidak dikompon, potongan contoh uji disiapkan sesuai dengan SNI ISO 1795 dan bahan standar untuk karet. Untuk kompon karet yang akan diuji sebagai referensi, potongan contoh uji harus diambil dari kompon yang disiapkan sesuai dengan SNI ISO 2393 dan bahan standar untuk karet.

Potongan contoh uji disimpan pada suhu standar laboratorium (lihat ISO 23529) minimum selama 30 menit sebelum dilakukan pengujian. Pengujian dimulai tidak lebih dari 24 jam setelah homogenisasi.

Viskositas Mooney dipengaruhi oleh perlakuan terhadap karet yang disiapkan dan kondisi penyimpanan. Oleh sebab itu, prosedur yang ditulis dalam metode untuk mengevaluasi karet tertentu harus diikuti.

Potongan contoh uji terdiri dari dua potongan karet berbentuk piringan, dengan diameter kurang lebih 50 mm dan ketebalan kurang lebih 6 mm. Potongan contoh uji tersebut cukup untuk mengisi rongga cetakan viskometer. Piringan karet harus bebas dari udara dan kantong udara yang mungkin terjebak di dalamnya sehingga dapat menahan rotor dan permukaan cetakan. Salah satu piringan karet dilubangi atau dipotong pada bagian tengah agar potongan contoh uji dapat dipasang pada as rotor.

6 Suhu dan lama pengujian

Pengujian dilakukan pada suhu 100 °C ± 0,5 °C selama 4 menit, kecuali jika dinyatakan lain dalam standar bahan yang sesuai.

7 Prosedur

7.1 Panaskan cetakan dan rotor sampai suhu pengujian dan biarkan hingga mencapai kondisi tunak. Buka cetakan, masukan as rotor melalui lubang yang menembus potongan contoh uji dan tempatkan rotor pada viskometer. Letakkan potongan contoh uji yang tidak berlubang pada bagian tengah dari rotor dan tutup cetakan secepatnya.

CATATAN Film tahan panas, sebagai contoh poliester dengan ketebalan antara 0,02 mm dan 0,03 mm dapat disisipkan antara karet dan permukaan cetakan untuk memudahkan pelepasan bahan yang memiliki viskositas rendah setelah pengujian atau bahan yang lengket. Penggunaan film ini mungkin berpengaruh terhadap hasil uji.

7.2 Catat waktu ketika cetakan ditutup dan karet dipanaskan selama 1 menit. Nyalakan rotor; waktu pengujian sesuai dengan Pasal 6. Jika viskositas tidak dicatat secara kontinyu, amati dan catat skala selama interval 30 detik sampai dengan waktu baca yang ditetapkan dan tentukan nilai minimum yang mendekati 0,5 satuan viskositas sebagai nilai viskositas Mooney. Untuk rujukan, catat pembacaan setiap interval 5 detik dari 1 menit sebelum sampai 1 menit sesudah waktu yang ditetapkan. Gambar kurva melalui titik minimum dari perioda fluktuasi atau melalui seluruh titik jika tidak ada fluktuasi. Catat viskositas pada titik dimana kurva melalui waktu yang ditentukan. Jika menggunakan perekam, catat viskositas dari kurva dengan cara yang sama seperti yang ditetapkan untuk kurva yang diplot.

CATATAN Pencatatan dengan interval 30 detik dilakukan apabila ada permintaan dari konsumen.

Untuk memeriksa apakah suhu dari potongan contoh uji sesuai dengan suhu uji pada waktu pengujian, dua termokopel bisa dimasukkan ke dalam potongan contoh uji seperti terlihat pada Gambar 4. Pada pengujian awal dengan menggunakan potongan contoh uji, rotor dihentikan setelah berjalan selama 3,5 menit dan segera setelah pengujian berhenti, dua termokopel dimasukan dan setelah 4 menit, suhu potongan contoh uji rata-rata dibaca. Toleransi suhu harus antara +1,0 °C dan -1,0 °C.

Gradien suhu dalam potongan contoh uji dan laju perpindahan panas bervariasi antara satu viskometer dengan viskometer lain, khususnya jika menggunakan tipe pemanas yang berbeda. Oleh karena itu, nilai yang diperoleh dengan viskometer yang berbeda diharapkan dapat lebih mudah dibandingkan setelah karet mencapai suhu pengujian. Kondisi ini biasanya dicapai dalam waktu 10 menit setelah lubang cetakan ditutup.

8 Pernyataan hasil

Laporkan hasil uji mengikuti format sebagai berikut:

50 ML (1+ 4) 100 °C

Keterangan:

50 M	adalah viskositas, dalam satuan Mooney;
L	mengindikasikan rotor besar yang digunakan (S digunakan untukmengindikasikan rotor kecil);
1	adalah waktu pemanasan awal, sebelum rotor dijalankan, dalam menit;
4	adalah waktu pengujian, setelah rotor dijalankan pada waktu pembacaan akhir, dalam menit;
100 °C	adalah suhu pengujian.

9 Ketelitian

Perhitungan ketelitian untuk menyatakan repitibilitas dan reprodubilitas dilakukan sesuai dengan ISO/TR 9272. Hasil dari tiga Program Uji Antar Laboratorium (ITPs) disajikan pada Lampiran A.

10 Laporan hasil uji

Laporan hasil uji harus meliputi informasi sebagai berikut:

a) keterangan contoh uji:

1) keterangan lengkap dan asal contoh uji;

2) metode persiapan contoh uji dari contoh, misalnya dipotong atau digiling.

b) metode uji

1) acuan lengkap untuk metode uji yang digunakan, yaitu, acuan ke standar ini;

2) prosedur uji yang digunakan;

3) jenis contoh uji yang digunakan.

c) keterangan lengkap uji

1) waktu dan suhu pengkondisian sebelum uji;

2) ukuran rotor (besar atau kecil);

3) suhu pengujian dan jika perlu kelembaban relatif;

4) waktu pemanasan awal, jika pemanasan tidak dilakukan selama 1 menit;

5) waktu operasi;

6) gaya penutupan cetakan, jika gaya penutupan cetakan selain 11,5 kN;

7) jenis dan ketebalan film tahan panas yang digunakan;

8) prosedur lengkap yang tidak ditetapkan dalam standar ini.

d) hasil uji

1) nilai viskositas Mooney (lihat Pasal 8);

2) jika lebih dari satu contoh diuji;

i) jumlah contoh uji yang digunakan;

ii) hasil uji masing-masing;

iii) hasil rata-rata (jika lebih dari satu contoh diuji).

e) tanggal uji

Lampiran A
(informatif)

Pernyataan ketelitian

A.1 Umum

Perhitungan ketelitian untuk menyatakan repitabilitas dan reprodusibilitas dilakukan sesuai ISO/TR 9272 dokumen paduan untuk metode uji ISO/TC 45. Pelajari dokumen tersebut untuk memahami konsep ketelitian dan tata nama.

A.2 Program lengkap

A.2.1 Program uji antar laboratorium dilaksanakan pada 1987. Dua contoh uji karet mentah dikirim ke seluruh laboratorium peserta: *butyl* (IIR), *chloroprene* (CR), EPDM, karet fluoro karbon (FKM), dan SBR 1500.

Uji viskositas Mooney (pengukuran tunggal) dilakukan pada dua hari berbeda (selang seminggu) pada Juni 1987. Sejumlah 24 laboratorium ikut serta.

ITP ini berkaitan dengan evaluasi ketelitian tipe 1 tanpa tahap penyiapan atau pengolahan di laboratorium peserta.

A.2.2 ITP lain dilakukan pada 1988 untuk menentukan pengaruh penggilingan contoh terhadap viskosits Mooney. Tiga jenis karet digunakan: *chloroprene* (CR), SBR 1507, dan SBR 1712, serta *butyl* NST (IIR) tetapi pengujian hanya pada karet tanpa digiling (normal).

Contoh dari masing-masing karet dikirim ke seluruh laboratorium peserta. Contoh uji yang digiling dan tidak digiling disiapkan oleh masing-masing laboratorium sesuai dengan SNI ISO 1795.

Uji viskositas Mooney (pengukuran tunggal) dilakukan pada dua hari berbeda (beda satu minggu) pada Mei 1988. Seluruh pengujian dilakukan selama 4 menit pada suhu 100 °C. Sejumlah 15 laboratorium ikut serta.

ITP ini berkaitan dengan evaluasi ketelitian tipe 2.

A.2.3 ITP ketiga dilakukan pada 2012. Uji viskositas Mooney (pengukuran tunggal dilakukan pada dua hari berbeda (selang seminggu) pada Mei 2012.

ITP ini berkaitan dengan evaluasi ketelitian tipe 1 tanpa langkah persiapan atau pengolahan di laboratorium peserta. Seluruh pengujian dilakukan selama 4 menit pada suhu 125 °C. Sejumlah 18 laboratorium ikut serta.

A.3 Hasil ketelitian

A.3.1 Hasil ketelitian dari ITP pertama disajikan pada Tabel A.1, hasil ITP kedua pada Tabel A.2 dan hasil ITP ketiga pada Tabel A.3.

A.3.2

Simbol yang digunakan dalam Tabel A.1, Tabel A.2 dan Tabel A.3 didefinisikan sebagai berikut:

s_r standar deviasi dalam laboratorium (dalam satuan pengukuran);

r ripitabilitas (dalam satuan pengukuran);

(r) ripitabilitas (dalam persen dari nilai rata-rata);

s_R standar deviasi antar laboratorium (untuk variasi seluruh antar laboratorium, dalam satuan pengukuran);

R reprodusibilitas (dalam satuan pengukuran);

(R) reprodusibilitas (dalam persen dari nilai rata-rata).

Tabel A.1 — Penentuan ketelitian viskositas Mooney (1987)

Contoh karet	Rata-rata	Dalam laboratorium		Antar laboratorium	
		r	(r)	R	(R)
SBR 1500[a]	48,0	2,25	4,67	4,43	9,23
CR[a]	48,5	1,82	3,75	4,39	9,06
FKM[b]	56,5	5,00	8,85	8,77	15,50
IIR[a]	69,7	2,15	3,08	3,81	5,47
EPDM[c]	73,1	2,18	2,98	6,61	9,05
Pooled values	**58,9**	**2,93**	**4,98**	**5,85**	**9,93**

[a] pada 100 °C, 4 menit.
[b] pada 100 °C, 10 menit.
[c] pada 120 °C, 4 menit.

Tabel A.2 — Penentuan ketelitian viskositas Mooney (1987) — Pengaruh penggilingan (1988)

Contoh karet	Rata-rata	Dalam laboratorium		Antar laboratorium	
		r	(r)	R	(R)
Contoh uji digiling					
SBR 1507	33,3	1,66	4,98	2,26	6,80
SBR 1712	51,7	2,37	4,59	5,86	11,30
CR	80,5	2,56	3,19	6,21	7,71
Pooled values	**55,2**	**2,23**	**4,04**	**5,10**	**9,24**
Contoh uji tidak digiling					
SBR 1507	33,0	1,53	4,63	2,35	7,12
SBR 1712	52,3	1,79	3,42	3,18	6,08
CR	75,3	2,30	3,06	3,72	4,94
Pooled values	**53,5**	**1,90**	**3,55**	**3,13**	**5,86**
NIST IIR (karet acuan)	71,3	1,77	2,49	2,91	4,09

Tabel A.3 - Presisi dari penentuan viskositas Mooney (2012)

Contoh karet	Rata-rata	Dalam laboratorium			Antar laboratorium			Jumlah laboratorium[a]
		s_r	r	(r)	s_R	R	(R)	
material 1 = EPDM 1	22,1	0,28	0,81	3,67	0,43	1,22	5,50	15
material 2 = EPDM 2	33,9	0,27	0,79	2,33	0,37	1,04	3,06	15
material 3 = IIR 1	55,5	0,54	1,55	2,80	0,87	2,43	4,37	15
material 4 = IIR 2	52,1	0,50	1,48	2,84	0,70	1,95	3,74	16
material 5 = EPDM 3	64,5	0,33	0,95	1,48	0,49	1,37	2,12	14
material 6 = EPDM 4	62,8	0,33	0,95	1,51	0,41	1,15	1,83	14
material 7 = EPDM 5	80,2	0,34	0,98	1,22	0,60	1,69	2,11	14
material 8 = EPDM 6	74,8	0,65	1,87	2,50	1,27	3,55	4,75	16

[a] Jumlah laboratorium terakhir dalam data yang direvisi setelah penghilangan *outliers* (opsi 1 dari ISO/TR 9272).

Lampiran B
(Informatif)

Film tahan panas untuk pengukuran viskositas Mooney

Film tahan panas biasa diselipkan di antara karet dan permukaan cetakan untuk memudahkan pelepasan setelah pengujian karet dengan viskositas rendah atau material yang lengket. Penggunaan film ini dapat mempengaruhi hasil uji. Dalam studi ini, pengukuran viskositas Mooney dilakukan terhadap contoh uji tanpa film tahan panas dan dengan menggunakan tiga film tahan panas berbeda. Polimer dan film tahan panas yang digunakan disajikan pada Tabel B.1. Pengukuran dilakukan dengan mesin MV2000E.

Tabel B.1 - Polimer dan film tahan panas yang digunakan

Polimer				
Karet alam (NR):	SMR CV 60	EPDM:		EDPM material 1
Karet butil (BR):	IRM 241	EPDM:		EDPM material 2
Film tahan panas				
Polipropilen (PP)		Poliester (PET)		Selofan
d = 0,020 mm	Tm = 165 °C	d = 0,025 mm	Tm = 250 °C	d = 0,028

Pengukuran viskositas Mooney dari contoh uji dengan atau tanpa film tahan panas dilakukan sebanyak dua kali pada empat hari berbeda dalam satu minggu oleh operator dan alat yang sama. Kondisi dan nilai pengukuran asli disajikan pada Tabel B.2. Nilai pengukuran dievaluasi dengan uji Q untuk *outliers* dan uji F untuk pilihan uji t dan akhirnya, uji t.

Contoh evaluasi disajikan pada Gambar B.1 dan hasil keseluruhan dalam Tabel B.3 secara umum, nilai rata-rata lebih rendah diperoleh ketika film tahan panas digunakan dibandingkan contoh uji tanpa film dan dalam beberapa kasus, perbedaan menjadi nyata. Demikian juga, dalam tiga kasus, perbedaan nyata ditemukan antara pengukuran contoh uji dengan dua film tahan panas berbeda. Studi ini jelas menunjukkan bahwa penggunaan film tahan panas dapat menghasilkan nilai berbeda yang dapat mengaburkan untuk nilai yang berdekatan.

Table B.2 — Nilai pengukuran asli untuk polimer berbeda dan film tahan panas

		Tanpa film			**Film PP**			**Film PET**			**Film Selofan**		
Hari 1		No. 1	No. 2	Rata-rata	No. 1	No. 2	Rata-rata	No. 1	No. 2	Rata-rata	No. 1	No. 2	Rata-rata
Karet butil	ML (1 + 4) 125 °C	54,1	53,1	53,60	52,2	53,0	52,60	53,3	51,2	52,25	52,4	52,8	52,60
EDPM material 1	ML (1 + 4) 125 °C	34,2	34,2	34,20	34,7	34,2	34,45	33,9	33,6	33,75	34,0	34,1	34,05
EDPM material 2	ML (1 + 4) 125 °C	79,2	78,2	78,70	79,1	79,8	79,45	79,0	78,8	78,90	78,3	78,8	78,55
Karet alam	ML (1 + 4) 100 °C	70,1	68,4	69,25	69,6	69,4	69,50	69,2	69,1	69,15	68,7	60,8	64,75
Hari 2		No. 1	No. 2	Rata-rata	No. 1	No. 2	Rata-rata	No. 1	No. 2	Rata-rata	No. 1	No. 2	Rata-rata
Karet butil	ML (1 + 4) 125 °C	52,7	52,6	52,65	52,7	52,6	52,65	51,3	51,7	51,50	51,5	51,9	51,70
EDPM material 1	ML (1 + 4) 125 °C	34,1	34,3	34,20	34,1	34,3	34,20	33,8	34,1	33,95	33,9	34,2	34,05
EDPM material 2	ML (1 + 4) 125 °C	79,2	79,3	79,25	79,2	79,3	79,25	78,7	79,2	78,95	79,3	79,0	79,15
Karet alam	ML (1 + 4) 100 °C	70,4	70,1	70,25	69,0	69,7	69,35	70,2	69,2	69,70	68,9	69,1	69,00
Hari 3		No. 1	No. 2	Rata-rata	No. 1	No. 2	Rata-rata	No. 1	No. 2	Rata-rata	No. 1	No. 2	Rata-rata
Karet butil	ML (1 + 4) 125 °C	52,5	52,5	52,50	52,2	52,5	52,35	51,2	51,6	51,40	51,6	51,5	51,55
EDPM material 1	ML (1 + 4) 125 °C	34,0	34,1	34,05	33,8	34,4	34,10	33,4	33,5	33,45	33,4	33,6	33,50
EDPM material 2	ML (1 + 4) 125 °C	79,2	79,2	79,20	78,5	79,3	78,90	77,2	78,7	77,95	78,2	78,9	78,55
Karet alam	ML (1 + 4) 100 °C	69,1	68,1	68,60	68,3	68,8	68,55	69,6	68,8	69,20	69,2	68,0	68,60
Hari 4		No. 1	No. 2	Rata-rata	No. 1	No. 2	Rata-rata	No. 1	No. 2	Rata-rata	No. 1	No. 2	Rata-rata
Karet butil	ML (1 + 4) 125 °C	52,4	52,4	52,40	52,3	52,3	52,30	51,4	51,5	51,45	51,7	51,9	51,80
EDPM material 1	ML (1 + 4) 125 °C	34,1	33,9	34,00	33,9	34,2	34,05	33,6	33,7	33,65	33,6	33,8	33,70
EDPM material 2	ML (1 + 4) 125 °C	78,6	79,5	79,05	79,1	79,0	79,05	79,0	78,3	78,65	78,2	78,1	78,15
Karet alam	ML (1 + 4) 100 °C	69,8	69,0	69,40	70,5	69,2	69,85	69,3	69,0	69,15	69,6	69,0	69,30

Q-test on EPDM: Butyl Rubber

n	Without film	PET film
	MU	MU
1	52,4	51,2
2	52,4	51,2
3	52,5	51,3
4	52,5	51,4
5	52,6	51,5
6	52,7	51,6
7	53,1	51,7
8	54,1	53,3
Average	**52,8**	**51,7**
S	**0,58**	**0,69**
Cv	**1,09**	**1,34**

Polyester film

Low side	
formula:	Q=((X2-X1)/(Xn-1-X1))
Q-test	**0,000**
Q-tabel (n=8; 5%)	**0,61**
Conclusion: no outlier	
High side	
formula:	Q=((Xn-Xn-1)/(Xn-X2))
Q-test	**0,762**
Q-tabel (n=8; 5%)	**0,61**
Conclusion: value 53.3 is an outlier	

Butyl Rubber (Without vs Polyester)

F-Test Two-Sample for Variances

	Variable 1	*Variable 2*
Mean	52,788	51,414
Variance	0,333	0,038
Observations	8	7
df	7	6
F	8,733	
P(F<=f) one-tail	0,009	
F Critical one-tail	4,207	

Butyl Rubber (Without vs Polyester)

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances

	Variable 1	*Variable 2*
Mean	52,788	51,414
Variance	0,333	0,038
Observations	8	7
Hypothesized Mean Difference	0	
df	9	
t Stat	6,332	
P(T<=t) one-tail	0	
t Critical one-tail	1,833	
P(T<=t) two-tail	0,000	
t Critical two-tail	2,262	

Gambar B.1 — Contoh evaluasi data

Tabel B.3 — Beda antara nilai rata-rata viskositas Mooney dari contoh uji berbeda tanpa atau dengan film tahan panas

	Natural rubber	EDPM material 1	EPDM material 2	Butyl rubber
Tanpa film vs. polipropilen	0,06[a]	−0,10[a]	−0,05[a]	0,31[a]
Tanpa film vs. poliester	0,08[a]	0,41[b]	0,13[a]	1,37[b]
Tanpa film vs. selofan	0,36[a]	0,31[b]	0,51[b]	0,88[b]
Polipropilen vs. poliester	0,01[a]	0,51[b]	0,18[a]	1,06[b]
Polipropilen vs. selofan	0,30[a]	0,41[b]	0,57[b]	0,56[b]
Polyester vs. cellophane	0,29[a]	−0,10[a]	0,39[a]	−0,50[b]

[a] Tanpa beda nyata.
[b] Beda nyata.

Lampiran C
(normatif)

Jadwal kalibrasi

C.1 Inspeksi

Sebelum dikalibrasi, kondisi bagian yang akan dikalibrasi harus dipastikan dengan inspeksi dan dicatat dalam laporan kalibrasi atau sertifikat. Harus dilaporkan apakah kalibrasi dilakukan dalam kondisi ketika diterima atau setelah perbaikan kelainan atau kesalahan.

Harus dipastikan bahwa alat secara umum sesuai peruntukannya termasuk setiap parameter yang ditetapkan sebagai pendekatan dan dengan demikian alat tidak perlu dikalibrasi secara resmi. Jika parameter demikian bisa berubah, maka kebutuhan untuk pemeriksaan berkala harus ditulis dalam prosedur kalibrasi rinci.

C.2 Jadwal

Verifikasi/kalibrasi alat uji merupakan bagian mandatori dari standar ini. Namun, frekuensi kalibrasi dan prosedur yang digunakan, jika tidak dinyatakan, merupakan kebijakan dari laboratorium masing-masing menggunakan SNI ISO 18899 untuk panduan.

Jadwal kalibrasi yang disajikan pada Tabel C.1 telah disusun dengan mencatat seluruh parameter yang ditetapkan dalam metode uji bersama dengan persyaratan yang ditetapkan. Parameter dan persyaratan dapat berkaitan dengan alat uji utama, bagian dari alat, atau alat tambahan untuk uji.

Untuk setiap parameter, prosedur kalibrasi ditunjukkan oleh acuan kepada SNI ISO 18899, publikasi lain, atau kepada prosedur tertentu metode uji yang dirinci (Bila ada, prosedur kalibrasi yang lebih spesifik atau rinci daripada SNI ISO 18899, lebih cenderung untuk dirujuk).

Frekuensi verifikasi untuk setiap parameter diberikan oleh huruf penanda. Huruf penanda yang digunakan dalam jadwal kalibrasi adalah sebagai berikut:

N hanya verifikasi awal

S interval standar seperti disajikan dalam SNI ISO 18899

U dalam penggunaan

Tabel C.1 — Jadwal frekuensi kalibrasi

Parameter	Syarat	Sub pasal dalam SNI ISO 18899:2015	Jadwal frekuensi verifikasi
Kekerasan permukaan dari cetakan	≥ 60 HRC	15.5	N
Ukuran cetakan	Lihat 4.2	15.2	N
Alur cetakan	Lihat 4.2	15.2	N
Kekerasan permukaan rotor	≥ 60 HRC	15.5	N
Ukuran rotor	Lihat 4.3	15.2	N
Alur rotor	Lihat 4.3	15.2	N
Kecepatan sudut	0,209 rad/s ± 0,002 rad/s	23.2	S
Ketelitian suhu	± 0,25 °C	18	S
Stabilitas suhu pada keadaan tunak	± 0,5 °C	18	S
Penutupan cetakan	11,5 kN ± 0,5 kN	21.3	S
Torsi	Lihat 4.7	21.4	S

Selain bagian alat yang tercatat dalam Tabel C.1, alat berikut secara tak langsung digunakan, maka perlu dikalibrasi sesuai dengan SNI ISO 18899:

— alat untuk menentukan ukuran cetakan;

— *load cell* untuk memeriksa penutupan cetakan;

— termometer untuk memeriksa kondisi dan suhu uji.

Informasi pendukung terkait perumus standar

[1] Komite Teknis Perumus SNI

SubKomite Teknis 83-01-S2 *Crumb Rubber*

[2] Susunan keanggotaan SubKomite Teknis 83-01-S2 *Crumb Rubber*

Ketua : Emil Satria
Sekretaris : Miranti Rahayu
Anggota :

1. Suharto H
2. Erwin Tunas
3. Arief Ramadhan
4. Rudi Ramadan
5. Abdul Aziz Pane
6. Akbar Pasha
7. Muhammad Arkam

[3] Konseptor RSNI

Dadang Suparto

[4] Sekretariat penggelola Komite Teknis perumus SNI

Direktur Industri Hasil Hutan dan Perkebunan
Direktur Jenderal Industri Agro
Kementerian Perindustrian
Jl. Jenderal Gatot Subroto Kav. 52-53, Jakarta Selatan - 12950